

KUORMANSIDONTAPEITTEEN TESTAUSLAITTEEN KEHITTÄMINEN

Juho-Matti Pikkarainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2010

Paperikoneteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tekijä(t) PIKKARAINEN, Juho-Matti	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 20.05.2010
	Sivumäärä 33+12	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi KUORMANSIDONTAPEITTEEN TESTAUSLAITTEEN KEHITTÄMINEN		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) STRÖM, Markku		
Toimeksiantaja(t) NWE Network Engineering Oy, Kimmo Weissenberg		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyn toimeksiantajana oli NWE Network Engineering Oy Närpiöstä. Työn tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan kuormansidontapeitteiden ja -liinojen testauslaitetta, jota käytetään kyseisten tuotteiden tuotekehityksessä. Testauslaitteella testataan kuormansidonta tuotteiden kestävyyttä ja ominaisuuksia.</p> <p>Työ toteutettiin kolmessa eri osassa. Ensin tehtiin kartoitusta mittalaitteistoon tarvittavista laitehankinnoista. Laitteita, joita projektiin hankittiin olivat: Posimag magneettinauha-anturi, National Instrument USB-6008 tiedonkeruukortti ja National Instrument Signal Express LE tietokoneohjelma. Toisessa vaiheessa tehtiin koemittauksia hankituilla laitteilla ja ohjelmalla. Lisäksi toisessa vaiheessa luotiin Microsoft Exceliin makroja, joilla saatava data voidaan muuttaa havainnollisempaan muotoon. Työn kolmas vaihe oli käyttöönotto. Käyttöönotossa asennettiin magneettianturi testilaitteeseen ja kytkettiin mittaussignaalit tietokoneeseen.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kehitettyä testilaitetta niin, että siitä saadaan entistä enemmän tietoa peitteiden ja liinojen tuotekehitykseen. Moottoriin asennetun jarrun ja magneettinauha-anturin avulla testilaitteella voidaan mitata kiristyksessä olevan peitteen voiman vähenemistä.</p> <p>Työssä voima-anturin ja magneettinauha-anturin mittaussignaalit tuotiin tietokoneelle tiedonkeruukortin avulla. Näin mittaussignaalit piirtyvät tietokoneen kuvaruudulle hyvin havainnolliseen muotoon. Työn yhteydessä testilaitetta pyörittävään moottoriin asennettiin jarru. Testilaitteesta saadaan nyt paljon enemmän tietoa peitteiden ja liinojen ominaisuuksista. Tavoitteet saavutettiin mutta mittausdatan Exceliin viennissä ja voimasignaalin tasapainoon jäi kehittämisen varaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Anturi, kuormansidontapeite, tiedonkeruu,		
Muut tiedot		

Author(s) PIKKARAINEN, Juho-Matti	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 20/05/2010
	Pages 33+12	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (x)
Title Developing a binding felt testing device		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) STRÖM, Markku		
Assigned by NWE Network Engineering Oy, Kimmo Weissenberg		
<p>Abstract</p> <p>The employer of the bachelor's thesis was NEW Network engineering Ltd from Närpiö. The aim of the bachelor's thesis was to develop the employer's testing device of binding felts and belts, which is used in product development. The testing device is used for research and durability of binding products.</p> <p>The project was carried out in three parts. The first phase was to find new suitable measurement equipment. The invested equipment were: Posimag magnetic scale position sensor, National Instrument USB-6008 data acquisition card and National Instrument Signal Express LE data acquisition software. In the second phase the invested equipment and software were tested. In addition macros for making the acquisition data readable in Microsoft Excel were made in the second phase. The third phase of the project was implementation. In implementation a magnetic scale position sensor was installed and data acquisition was plugged into the computer.</p> <p>The result of this thesis was the testing device, which would produce much more information than before. With the help of a brake installed in the motor and a magnetic scale position sensor the testing device can measure the decrease in tensile strength when the binding felt is tightened.</p> <p>The signals from strength sensor and magnetic scale position sensor were connected to the computer via a data acquisition card. This way the measurement signals draw very illustrative figures onto the computer screen. During this project a brake was installed in the testing device motor. The testing device now provides much more information on the qualities of felts and belts. The aim was reached, but the export of measurement data into Excel table and the stability of the strength signal was something still to be improved.</p>		
Keywords		
Sensor, binding felt, data acquisition,		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO.....	4
2. TOIMEKSIANTAJA.....	5
2.1 Yritys	5
2.2 Eriste- ja pintamateriaali tuotteet	5
2.3 Kuormansidontatuotteet.....	6
3. PERUSMITTALAITTEISTON OSAT	7
4. VOIMA- JA SIIRTYMÄ ANTURIT SEKÄ TIEDONKERUU	8
4.1 Yleistä antureista	8
4.2 Yleistä voimanmittauksesta	8
4.3 Venymäliuska-anturi voiman mittauksessa	9
4.3.1 Venymäliuskojen toimintaperiaate.....	9
4.3.2 Venymäliuskojen rakenne.....	10
4.3.3 Venymäliuskojen mittauskytkennät.....	12
4.4 Siirtymän mittaus	12
4.4.1 Magnetoresistiivinen lineaarianturi	13
4.4.2 Magnetostriktiivinen lineaarianturi	14
4.4.3 Pulssianturit.....	14
4.4.4 Magneettinauha-anturi.....	15
4.4.5 Magneettinauha-anturin rakenne.....	15
4.4.6 Magneettinauha-anturin toimintaperiaate.....	16
4.5 Tiedonkeruu	17
4.5.1 Tiedonkeruu yleistä	17
4.5.2 Tietokoneelle liitettävät mittauskortit	17
4.5.3 Analogisen signaalin kytkentä	18
4.5.4 Digitaalisen signaalin kytkentä.....	19
5. KÄYTETTY MITTAUSLAITTEISTO JA -OHJELMA.....	21
5.1 Laitevalinnat.....	21
5.2 Magneettinauha-anturi PMIS3 Posimag.....	21
5.3 Voima-anturi	22

5.4	Tiedonkeruukortti NI USB-6008.....	23
5.5	Ohjelma NI LabView Signal Express LE.....	24
6.	KUORMAUSPEITTEEN TESTAUSLAITTEEN RAKENNE.....	25
7.	VETOKOE.....	27
7.1	Kuormauspeite	27
7.2	Kuormausliinat ja langat.....	27
8.	KUORMAUSPEITTEIDEN LÄMPÖKAMERATUTKIMUS.....	28
9.	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	33
	Liite 1. Mittausjärjestelmän kuvaus	33
	Liite 2. Voima-anturin tiedot	34
	Liite 3. Voima-anturin kytkentäkuvat.....	35
	Liite 4. Ohjausjärjestelmän sähkökuva.....	37
	Liite 5. Kuormauspeitteen testauslaitteen käyttöohje	38

KUVIOT

KUVIO 1.	FIX kuormansidontapeite	6
KUVIO 2.	Mekaanisten suureiden mittauksen perusperiaate	7
KUVIO 3.	Venymäliuska.....	11
KUVIO 4.	Rusettiliuskoja	11
KUVIO 5.	Wheatstonen siltakytkennät. a) $\frac{1}{4}$ silta b) $\frac{1}{2}$ silta c) 1/1 silta.....	12
KUVIO 6.	Magneettinauha-anturin kaksi perusrakennetta	16
KUVIO 7.	Analogi signaalin käsittely mittauskortilla	18

KUVIO 8. Analogisen signaalin differentiaalikytcentä	19
KUVIO 9. Analogisen signaalin single-end kytcentä	19
KUVIO 10. Digitaalisten input/output signaalien esimerkki-kytcentöjä	20
KUVIO 11. Posimag PMIS3 Magneettinauha-anturi	22
KUVIO 12. AVL voima-anturi.....	23
KUVIO 13. National Instrument Multifuntion DAQ 6008.....	24
KUVIO 14. NI LabVIEW Signal Express	24
KUVIO 15. Kuormansidontapeitteen testauslaite	25
KUVIO 16. Peitteen lämpeneminen ennen katkeamista.	28
KUVIO 17. Kuormausliinan vetotesti mittauksen alkutilanne	29
KUVIO 18. Kuormausliinan vetotesti vähän ennen katkeamista.....	29

1. JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin NWE Networks Engineer Oy:lle. NWE Network Engineering Oy valmistaa mm. kuormansidontapeitteitä. Toimeksiantajalla on testauslaite, jolla he voivat testata kuormansidontapeitteen murtolujuutta. Tähän testauslaitteeseen liittyi selkeä kehittämisen tarve, jotta kuormansidontapeitteiden ominaisuuksia voitaisiin tutkia laajemmin.

Toimeksiantaja NWE Network Engineering Oy:n edustaja vieraili Jyväskylän ammattikorkeakoululla Lokakuussa 2009. Koululla vieraillessaan toimeksiantaja kiinnostui JAMK:n liinantestauslaitteen automatiikasta ja saatavan datan helposta arkistoinnista. NWE Oy:llä on ollut samanlainen liinantestauslaite jo vuosia mutta laite, jolla NWE Oy on tutkinut liinon murtolujuutta on täysin manuaalinen. Laitteessa oli näyttö, johon voima-anturin mittaama tulos tulee, mutta ei mitään järjestelmää, johon tieto voitiin tallentaa, joten se tallennettiin muistiin käsin kynää ja paperia käyttäen. Järjestelmä oli käytettävyydeltään työläs ja kömpelö, joten siihen liittyi selkeä kehityksen tarve.

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin kyseistä toimeksiantajan kuormansidontapeitteen testauslaitetta ja tehtiin laitteeseen toimintoja toimeksiantajan haluamalla tavalla. Työn tavoitteena oli saada mitattua testaukseen käytetty voima ja kuormansidontapeitteen venymä. Kuormansidontapeitteen kestävä voima ja venymä ennen katkeamista tuli saada samalle graafiselle kuvaajalle. Tämä kuvaaja oli yksi tärkeimmistä tavoitteista mitä opinnäytetyössä haettiin. Lisäksi mittaustulokset oli tärkeää saada siirrettyä Microsoft Excel-taulukkoon, jolloin tietojen arkistointi ja myöhempi tarkastelu on helppoa.

Työn yhteydessä järjestelmään lisättiin jarru, joka ei päästä moottoria ryömiään mikäli mittaus pysäytetään. Moottoriin jarrun asensi asiantuntija yritys Närpiöstä.

2. TOIMEKSIANTAJA

2.1 Yritys

Työn toimeksiantaja oli NWE Network Engineering Oy, jonka toimipiste sijaitsee Närpiössä. NWE Oy toimittaa eriste- ja pintamateriaalituotteita autokori-, marine- ja rakennusteollisuuteen. Lisäksi NWE Oy on hiljattain hankkinut tuotteen FIX kuormansidonta- ja sääsuojapeitteet, joiden valmistus on Pietarsaassa. Yritys panostaa vahvasti kuormansidonta tuotteiden tuotekehitykseen. Tämä työ tehtiin FIX kuormansidonta- ja sääsuojapeitteen kehittämistä varten.

2.2 Eriste- ja pintamateriaali tuotteet

NWE Oy:n eriste tuoteperheeseen kuuluu kolme eri tuotetta: Stiferite eriste, Pecolit laminaatti ja Duna eriste. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

Stiferite eriste on palamaton polyuretaanista valmistettu muovivaaho. Se on toiminut eristysratkaisuna vuodesta 1963. Stiferite polyuretaani on hyvä lämmön ja äänen eriste, sen eristyskyky on huomattavasti parempi kuin vuori- tai lasivillalla. Näin seinästä saadaan parempi lämmöneriste kasvattamatta seinävahvuuksia. Levyjä on helppo käsitellä ilman erikoistyökaluja. Tänä päivänä Stiferite eriste levyä tuotetaan yli 6 miljoonaa neliometriä vuodessa. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

Pecolit on yksi maailman johtavista kuituvahvistetun polyesterilevyn valmistaja. Suurimmat käyttäjäryhmät ovat autokoriteollisuus ja rakennusteollisuus. Tytäryhtiö- ja jakelijaverkosto kaikissa viidessä maanosassa ja agentuurit yli 30 maassa takaavat kattavan asiakastukiverkoston. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

Duna-Group on useaan polyuretaanin ja epoksihartsien tuottamiseen, tutkimukseen ja tuotekehitykseen keskittyvän yhtiön ryhmä. Duna tuottaa jäykkää polyuretaanilevyä alkaen hyvin kevyistä eristelevyistä aina tiiviiseen ja painavaan konstruktiomateriaaliin saakka. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

2.3 Kuormansidontatuotteet

Peite koostuu kahdesta osasta. Se on kudottu polypropeenin kuidusta ja se on päällystetty polyeteenikalvolla. Polyeteenikalvon tehtävä on suojata peitettä. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

FIX kuormansidontapeite on yhtenäinen peite, jolla raskaatkin kuormat saadaan sidottua turvallisesti sekä maantiellä että merellä. FIX asettuu lastin päälle kuin peite. Se kiristetään kuorman yli peitteessä olevien lenkkien ja liinojen avulla lavaan kiinni. Erityisen käytännöllinen FIX on, jos kuormana ovat muotoaan helposti muuttavat tai puristukselle herkkää materiaalia. FIX on yleisesti käytössä paperirullien ja muovigranulaattien meri- ja maantiekuljetuksissa. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

Kuormansidontapeite on helppo levittää kuorman päälle, koska se roikkuu venyville kumikyöyksillä kiinni kuorma-auton katossa (ks. kuvio 1). Köydet, joiden varassa peite roikkuu katossa on puolestaan kiinnitetty katossa oleviin kiskoisiin. Näin peite liikkuu katossa vaivattomasti ja on helppo levittää kuorman päälle. Kuormansidontapeite jakaa sidontavoiman huomattavasti paremmin kuin tavallinen liinakiinnitys. (NWE Network Engineering Oy. 2010)



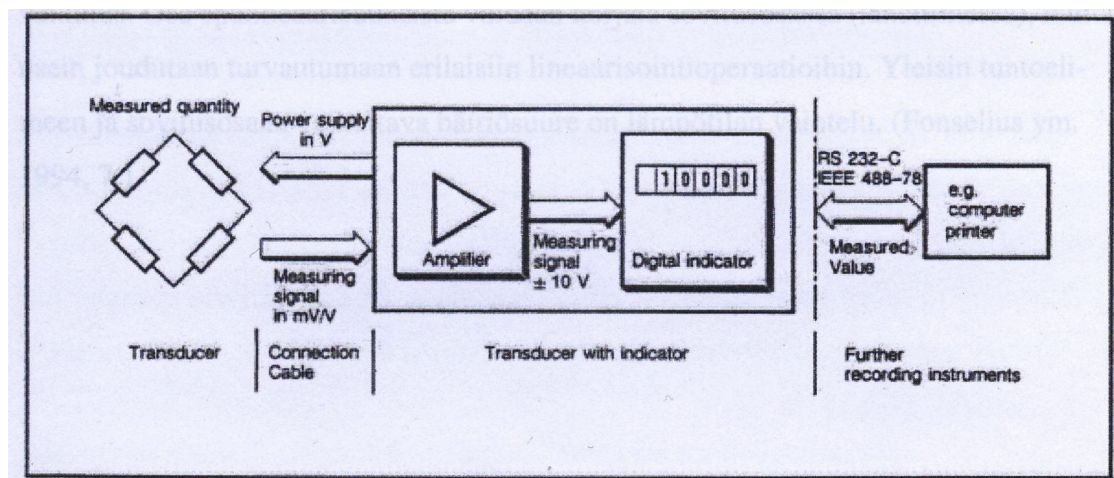
KUVIO 1. FIX kuormansidontapeite. (NWE Network Engineering Oy. 2010.)

3. PERUSMITTALAITTEISTON OSAT

Mittalaitteisto koostuu seuraavista osista:

- anturi
- vahvistin
- kaapeli sekä
- näyttölaite tai tallennin, kuten tietokone tai piirturi

Oheisen kuvion 2 mukaisesti mekaanisten suureiden sähköinen mittaus aloitetaan mekaanisen suureen muuntamisesta sähköiseksi signaaliksi, kuten jännitteeksi. Jännite on suoraan verrannollinen mekaaniseen suureeseen. Sähköinen signaali vahvistetaan vahvistimella millivolttilueelta voltittasolle. Yksinkertaisimmissa järjestelmissä mittausketju päättyy siihen, että mittavahvistimen ulostulosignaali johdetaan näyttö- tai rekisteröintilaitteeseen. Mittausketjun toimintaperiaate voi olla hyvinkin erilainen ja se määräytyy anturin muunnosperiaatteen mukaan. (Heringhaus & Salonen 1984, 24.)



KUVIO 2. Mekaanisten suureiden mittauksen perusperiaate.

4. VOIMA- JA SIIRTYMÄ ANTURIT SEKÄ TIEDONKERUU

4.1 Yleistä antureista

Anturin tehtävänä on kerätä tietoa koneen tai prosessin tilasta. Anturi on laite, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen siihen verrannolliseksi sähköiseksi (tai pneumaattiseksi) viestiksi. Anturiin kuuluvat ainakin tuntoelin eli ottomuuttaja ja varsinainen anturiosa. Nämä osat löytyvät jokaisesta mittalaitteesta ja näitä kahta osaa yhdessä kutsutaan anturiksi. Tuntoelin havaitsee mitattavan suureen ja anturiosa muuttaa mittaustuloksen sähköiseksi suureeksi. Sähköinen suure viedään siirtoväylänä olevan kaapelin kautta sovitusosalle, toisin sanoen vahvistimelle. (Fonselius, Laitinen, Pekkola, Sampo & Välimaa 1994, 6.)

Tavanomaisten anturien ongelmana ovat tuntoelimen epälineaarisuus ja häiriöiden vaikutus. Osa epälineaarisuuksista voidaan kompensoida sovitusosassa (lähettimessä), mutta usein joudutaan turvautumaan erilaisiin lineaarisointioperaatioihin. Lämpötilan vaihtelu on yleisin vaikuttava häiriösuure sekä tuntoelimessä että sovitusosassa. (Fonselius ym. 1994, 7.)

4.2 Yleistä voimanmittauksesta

Voima-antureita on toimintaperiaatteeltaan kolmea erilaista: venymäliuska-anturi, piezosähköinen voima-anturi ja induktiivinen voima-anturi. Venymäliuska-anturin toiminta perustuu elastisen muodonmuutoksen aiheuttamaan resistanssin muutokseen. Piezosähköisessä voima-anturissa piezosähköistä kideettä puristettaessa siihen syntyy sähkövaraus, joka muutetaan mitattavaksi jännitteeksi varausvahvistimella. Induktiivisessa voima-anturissa voima muutetaan liikkeeksi. Liike muutetaan sähköiseksi viestiksi tavallisesti joko differen-

tiaalimuuntajalla tai differentiaali-induktanssianturilla. Venymäliuska- ja induktiivisia voima-antureita käytetään staattisten ja dynaamisten voimien mittaamiseen. Piezosähköiset voima-anturit soveltuvat dynaamiseen voimien mittaamiseen, esimerkiksi iskumaisten ilmiöiden rekisteröintiin. (Anturit Koneautomaatiossa 1986, s.58 - 64.)

4.3 Venymäliuska-anturi voiman mittauksessa

4.3.1 Venymäliuskojen toimintaperiaate

Venymäliuskat ovat sähköisiä vastuksia, joiden toiminta perustuu elastisen muodonmuutoksen aiheuttamaan resistanssin muutokseen (Anturit Koneautomaatiossa 1986, 58). Mittaustapahtumassa on kyse materiaalin muodonmuutoksesta, joka saadaan mitatuksi venymäliuskan muodonmuutoksen avulla. Tyypillisesti venymäliuskamittauksia käytetään kokeellisessa jännitysanalyysissä sekä anturitekniikassa. (Salonen & Hänninen 1990, 37.)

Resistanssi saadaan lasketuksi vakiopoikkileikkauksisille johtimelle:

$$R = \frac{\rho * L}{A}$$

missä L = johtimen pituus

A = poikkipinnan ala

ρ = ominaisresistanssi

Liuskan toiminta perustuu metallilangan vastusarvon muutokseen. Kun vastuslanka venyy kuormituksesta johtuen, sen vastusarvo kasvaa. Kun lankaa taivutetaan yhdelle liuskalle vierekkäin useita lenkkejä, rasitus kohdistuu yhtenäisen langan useaan kohtaan ja tällöin vastusarvon muutos suhteessa venymään voimistuu. Venymäliuska mittaa nimestään huolimatta myös puristus-suuntaista muodonmuutosta. (Salonen & Hänninen 1990, 37.)

Venymäliuskat kiinnitetään tutkittavaan pintaan yleensä liimaamalla. Usein pärjätään helppokäyttöisillä syanokrylaattiliimoilla. (Anturit Koneautomaatiossa 1986, 58.)

Liuskan kiinnityskohta täytyy olla tarkoin valittu ja liimaus moitteeton. Kaikki virheet liiman määrässä ja kiinnityskohdassa heijastuu mittaussignaalin ryömintänä tai muuna tarkkuutta heikentävänä tekijänä. Markkinoilla on myös olemassa erikoisliuskoja, joita ei kiinnitetä liimaamalla: valetut liuskat, hitsattavat liuskat ja höyrystetyt liuskat. (Salonen & Hänninen 1990, 39.)

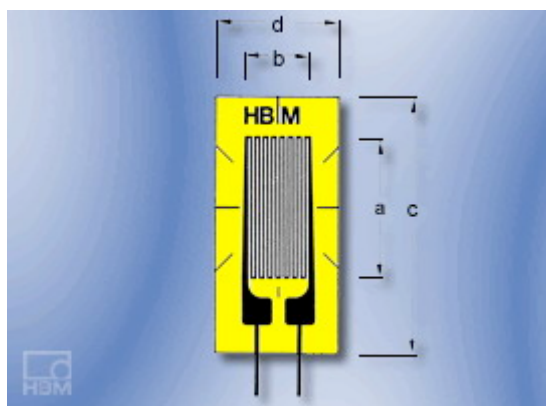
Liuskan vastus kertoo pohjamateriaaliin kiinnitetyn hilan vastusarvon. Yleisimpiä resistanssiarvoja ovat muun muassa: 120, 300, 350 ja 600 Ohmia (Fonselius ym. 1994, 141). Venymäliuskan herkkyys ilmoitetaan vastuksenmuutoksen suhteena venymään ja tätä suhdelukua kutsutaan yleisesti k-tekijäksi. (Salonen & Hänninen 1990, 39.)

Venymäliuskojen käytöllä saavutetaan monia etuja. Se on erittäin tarkka menetelmä, sillä erottelukyky on mikrometrin suuruusluokkaa. Venymäliuskan lineaarisuus on hyvä ja liuskan vaikutus mitattavaan ilmiöön on mitättömän pieni. Liuskoilla voi mitata hyvin pieniä venymiä ja seurata nopeiden dynaamisten venymien vaihtelua. Lisäksi liuskat ovat edullisia ja pienikokoisia. (Häkkinen 2005, 18.)

4.3.2 Venymäliuskojen rakenne

Venymäliuska koostuu pohjamateriaaliin etsatusta johtavasta hilalangasta. Venyvän mittauslangan halkaisija on noin 15–25 mikrometriä, mutta käännekohdissa on laajennus, jolla saadaan vähennettyä poikkisuuntaisen muodonmuutoksen mittausta häiritsevää vaikutusta. (Salonen & Hänninen 1990, 38.)

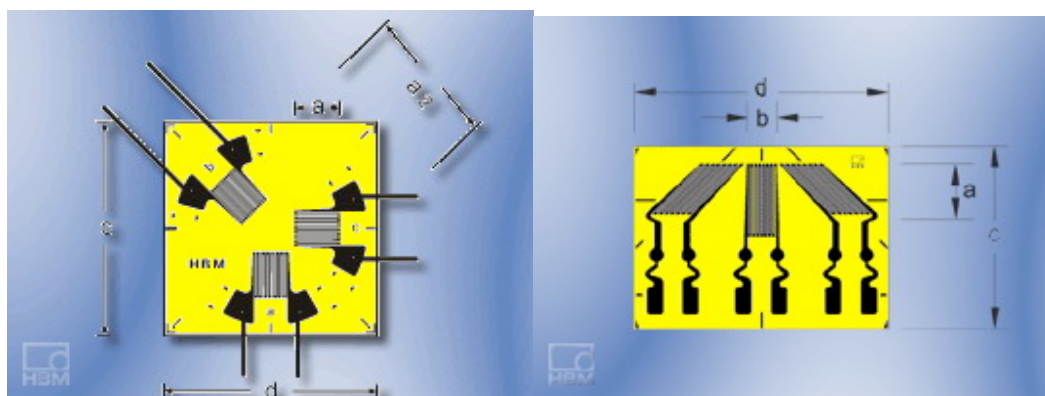
Kuviossa 3 näemme venymäliuskan perusrakenteen, jossa tummat osat ovat mittauslankaa, jonka resistanssi muuttuu sen venyessä.



KUVIO 3. Venymäliuska. (Hottinger, Baldwin & Messtechnik. 2010.)

Vastuselementti voi olla joko metallilanka, metallikalvo tai puolijohde (Fonselius ym. 1994, 91). Nykyisin erikoistapauksia lukuun ottamatta käytössä ovat lähes aina folioliuskat eli metallikalvoliuskat (Salonen & Hänninen 1990, 37).

Venymäliuskat voivat olla yksihilaisia tai monihilaisia eli rusetteja. Rusettiliuskoilla voidaan suorittaa mittauksia useampaan suuntaan samanaikaisesti. Lisäksi jos rasituksen suuntaa ei tiedetä, rusettiliuskoilla voidaan tutkia rasituksen suunta. Erilaisia rusettiliuskoja on esitetty kuviossa 4.

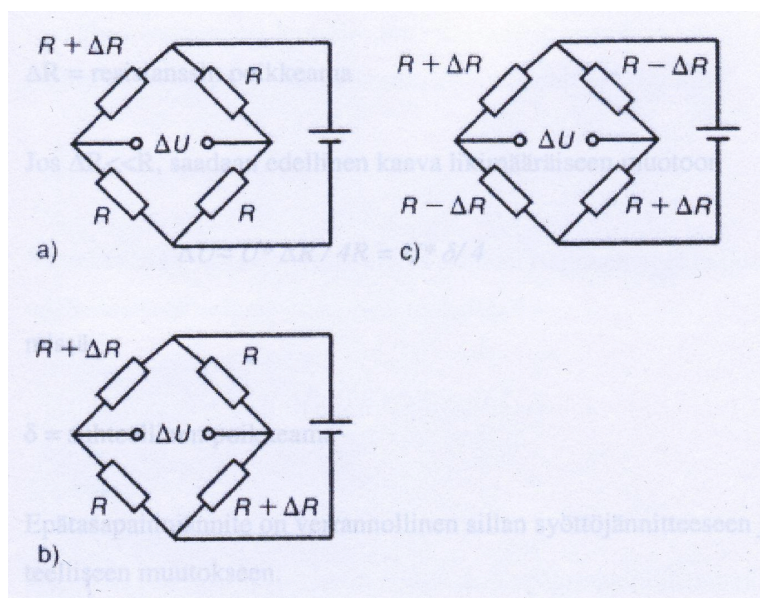


KUVIO 4. Rusettiliuskoja. (Hottinger, Baldwin & Messtechnik. 2010.)

4.3.3 Venymäliuskojen mittauskytkennät

Yleisin tapa mitata vastusten muutosta on käyttää Wheatstonen siltakytkennää. Siltakytkennässä on aina neljä vastusta, joista yhden, kahden tai neljän vastuksen resistanssi muuttuu kytkennässä mitattavan suureen vaikutuksesta. Erilaisia siltakytkentöjä on esitetty kuviossa 5. (Halko ym. 1996, 24.)

Jos vain yhden vastuksen resistanssi muuttuu, on kyseessä $\frac{1}{4}$ -silta. Kahden vastuksen resistanssin muuttuessa on kyseessä $\frac{1}{2}$ -silta. Kokosilta kytkennässä eli $1/1$ -silta, muuttuu kaikkien neljän vastuksen resistanssi (ks. Kuvio 5). Kun käytetään useampaa kuin yhtä muuttuvaa vastusta, sillan herkkyys suurenee. (Halko ym. 1996, 24.)



KUVIO 5. Wheatstonen siltakytkennät. a) $\frac{1}{4}$ silta b) $\frac{1}{2}$ silta c) $1/1$ silta (Halko ym. 1996, 24)

4.4 Siirtymän mittaus

Useissa koneautomaation sovelluksissa tarvitaan jatkuvaa tietoa asemasta. Kun tarvitaan jatkuvaa tietoa järjestelmän asemasta, niin tällöin kaksitilaisen anturin antama informaatio ei ole riittävä. Lineaarisesti liikkuvat anturit soveltuvat suoraviivaisen liikkeen mittaukseen. Myös pyörivää anturia voidaan käyt-

tää, mutta tällöin suoraviivainen liike täytyy muuttaa pyöriväksi liikkeeksi.
(Fonselius ym. 1994, 91.)

Pyörivien antureiden käyttö on samantapaista kuin lineaariantureiden. Pyörivien antureiden asennusmahdollisuudet ovat monipuolisemmat kuin lineaariantureiden. Pyörivällä anturilla voidaan mitata pitkiäkin matkoja laskemalla anturin kierrokset ja tarkempi aseman määrittäminen voidaan suorittaa viimeisen vajaan kierroksen alueella. (Fonselius ym. 1994, 111.)

Siirtymäanturit voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: analogisiin ja digitaalisiin. Analogiset anturit antavat yleensä 0-10 V, joka on verrannollinen siirtymään. Digitaaliset anturit ovat yleensä joko pulssiantureita tai koodiantureita. Pulsianturi tuottaa pulsseja sen pyöriessä ja näiden pulssien määrä on verrannollinen siirtymään. Koodianturi tuottaa digitaalisanan, joka vastaa siirtymää.
(Fonselius ym. 1994, 91.)

4.4.1 Magnetoiresistiivinen lineaarianturi

Magnetoiresistiivisen lineaarianturin toiminta perustuu Hall-ilmiöön. Hall-ilmiössä magneettikentän voimakkuutta mitataan ohuen ferromagneettisen levyn resistanssin muutoksella. Itse mittaelementti on muodostettu neljästä Hall-anturista, jotka on kytketty Wheatstonen mittasiltaan. (Fonselius ym. 1994, 108.)

Anturi koostuu kolmesta osasta: asemailmaisesta eli kestopagneettipala, mittaosasta, jossa on n kappaletta magneettiantureita rivissä sekä tiedonkäsittelyosasta. (Fonselius ym. 1994, 108.)

Anturin toimintaperiaate perustuu mittauskohteen liikkuvaan osaan kiinnitetyn magneetin ja mittaosan välisen magneettikentän voimakkuuden mittaukseen. Mittaustapa on kosketusvapaa tarkkuusvaatimuksista riippuen. Asemailmaisimen etäisyys mittaosasta saa olla jopa 40 - 50 mm. Magneetin ja mittaosan välissä voi olla muuta materiaalia, kunhan välissä oleva materiaali ei sulje magneettikenttää. Magnetoiresistiivisen anturin mittaustieto on absoluuttista

asematietoa. Mittausalueen leveys voi olla jopa 4 m tarkkuusvaatimuksista riippuen. (Fonselius ym. 1994, 109.)

4.4.2 Magnetrostriktiivinen lineaarianturi

Magnetrostriktio voi perustua tunnettuihin Jouel-, Villari-, tai Wiedmann-efekteihin. Magnetrostriktiivisissä lineaariantureissa käytetään Wiedmann-efektiä. (Fonselius ym. 1994, 109.)

Magnetrostriktiivinen lineaarianturi koostuu seuraavista pääosista: ferromagneettinen sauva, liikkuva kestopagneetti sekä lähetin ja vastaanotinelektroniikka. (Fonselius ym. 1994, 110.)

Anturin toiminta perustuu sauvaan ja liikkuvaan kestopagneettiin syntyvien magneettikenttien yhteisvaikutukseen. Liikkuvan kestopagneetin kohdalla kahden magneettikentän yhteisvaikutus synnyttää Wiedmann-efektin, joka etenee sauvassa poikittaisena akustisena aaltona. Heijastuneen aallon vastaanottaa ultraäänivastaanotin ja aallon kulkuaikaa sauvassa mitataan. Vastaanotinelektroniikka laskee kulkuaikaa vastaavan ulostulojännitteen. Ulostulo on saatavissa myös digitaalisessa muodossa. Magnetrostriktiivinen lineaarianturin mitta-alue on 0,3 - 9 m ja anturista saadaan absoluuttinen asematieto. (Fonselius ym. 1994, 110.)

4.4.3 Pulssianturit

Hyvin usein liikkeen, sen suunnan ja aseman sekä pyörimisnopeuden mitta-uksessa käytetään pulssianturia. Pulssiantureiden pulssit saadaan muodostumaan valosähköisesti, sähköisesti tai magneettisesti. Valosähköinen pulssianturi voi olla takometri, inkrementti- tai absoluuttianturi. Sähköisesti tai magneettisesti toimiva anturi voi olla inkrementti- tai absoluuttianturi. (Joronen. 1987, 12.)

Inkrementtianturissa on yleensä kaksi lähtökanavaa, joilla voidaan määrittää liikkeen määrä ja sen suunta. Kahdella 90 asteen vaihesiirrosta olevalla suo-

rakaide-pulssilla voidaan tunnistaa liikkeen suunta. Inkrementtianturissa voi olla myös kolmas lähtökanava nk. indeksipulssi, jota voidaan käyttää tunnetun referenssipisteen määrittämiseen. Absoluuttianturissa on tavallisesti 6-20 lähtökanavaa. Absoluuttianturi antaa edellä mainittujen tietojen lisäksi tietoa anturin absoluuttisesta sijainnista. (Joronen. 1987, 12.)

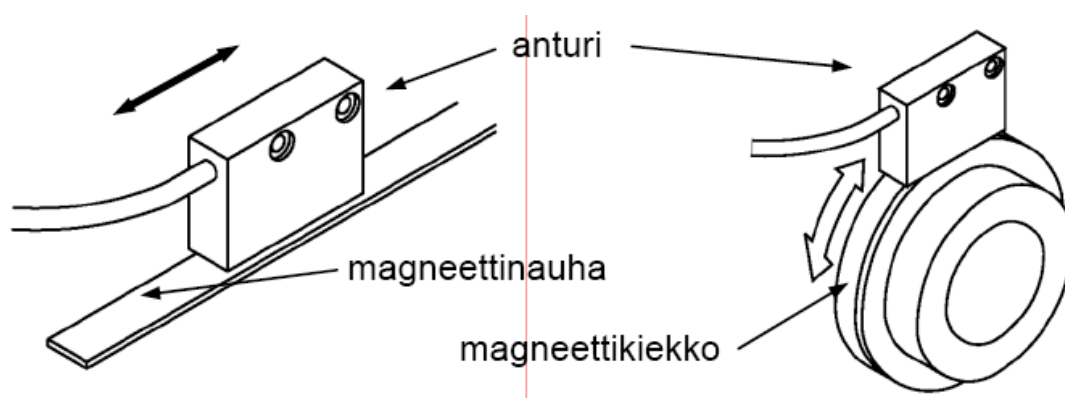
4.4.4 Magneettinauha-anturi

Magneettinauha-anturit soveltuvat kohteisiin, joissa halutaan kosketuksetonta mittausta. Mitattavan liikkeen on tapahduttava mittatarkkojen suorien johteiden ohjaamana. Magneettinauha anturilla asematieto saadaan joko pulssitietona (inkrementtipulssianturi) tai absoluuttisena paikkatietona. Pyörivän liikkeen mittausta voidaan toteuttaa erikoisrakenteilla (Magneettinauha-antureiden käyttö 2007.)

Magneettinauha-anturilla mitattava matka voi olla erikoisrakenteella useita kymmeniä metrejä mutta tavallisesti mitattava matka on muutamia metrejä. Magneettinauha-anturi on erittäin tukeva ja kestää hyvin likaa. Tämän takia se soveltuu hyvin myös haastaviin olosuhteisiin (Posimag magnetic scale position sensors. 2004, 3.)

4.4.5 Magneettinauha-anturin rakenne

Magneettinauha-anturin perusrakenne on hyvin yksinkertainen. Siihen kuuluu kaksi osaa: anturi eli mittapää ja magneettinauha/magneettikiekko (ks. Kuvio 6). Magneettinauha kiinnitetään johteeseen, ja mittapää liikkuvaan kelkkaan (tai päinvastoin). Mittapää ja magneettinauha eivät ole fyysisessä kontaktissa toisiaan vasten, vaan niiden välille jää ilmaväli. Ilmaväli vaihtelee anturista riippuen 0,1 - 2 mm:iin. Magneettinauha-antureiden resoluutio vaihtelee 5 - 125 mikrometriä. Mittapään suurin sallittu liikenopeus vaihtelee anturityypistä ja resoluutiosta riippuen 5 - 25 m/s välillä. Mitä tarkempi resoluutio, sitä hitaammin mittapää saa liikkua. Magneettikiekkojen korkein sallittu kehänopeus on 25 m/s. (Magneettinauha antureiden käyttö 2007.)



KUVIO 6. Magneettinauha-anturin kaksi perusrakennetta. (Magneettinauha antureiden käyttö. 2007.)

4.4.6 Magneettinauha-anturin toimintaperiaate

Magneettinauha-anturin toiminta perustuu magnetoituun magneettinauhaan ja magneettivuon herkästi havaitsevaan mittapäähän. Magneettinauha on magnetoitu jaksoittain ja tämä jakson pituus vaikuttaa anturin erottelukyvyn. Lyhempi magnetoitu jakso mahdollistaa suuremman erottelukyvyn. (Anturit koneautomaatiossa 1986, 44.) Magnetoitu jakso on tyypillisesti 20 - 50 mm. (Posimag magnetic scale position sensors. 2004, 6.)

Magneettinauhaa lukee magneettivuolle herkkä lukupää. Lukupää lukee magneettikentän jaksottaiset vaihtelut ja muuttaa ne sähköiseksi signaaliksi. Näin ollen magneettinauhan ja lukupään keskinäinen asema voidaan tunnistaa mittausjakson pituudella. Anturissa eli lukupäässä on yleensä kaksi erillistä lukupäätä, jotka kumpikin muodostavat erillisen mittauskanavan. Nämä kaksi lukupäätä ovat $\frac{1}{4}$ jakson päässä toisistaan. Tällöin mittauspään kanavista saatavat sinimuotoiset jännitteet ovat 90 asteen vaihesiirrossa toisiinsa nähden. Kahden mittauskanavan käyttö mahdollistaa liikesuunnan tunnistamisen. (Anturit koneautomaatiossa. 1986, 44.)

4.5 Tiedonkeruu

4.5.1 Tiedonkeruu yleistä

Tiedonkeruuprosessissa kerätään tietoa automatisoidusti analogisista ja digitaalisista signaalilähteistä, kuten antureista ja testattavista laitteista. PC-pohjainen mittauslaitteisto ja ohjelmisto yhdessä muodostavat mittausjärjestelmän, jonka käyttäjä voi itse vapaasti määritellä. (National Instruments. 2010.)

Tiedonkeruujärjestelmiä on hyvin monenlaisia ja niitä voidaan luokitella useilla eri tavoilla. Karkeasti laitteet voidaan jakaa erillisiin dataloggereihin ja tietokoneeseen liitettäviin mittauskortteihin. (Yrjänä. 1991, 44.)

4.5.2 Tietokoneelle liitettävät mittauskortit

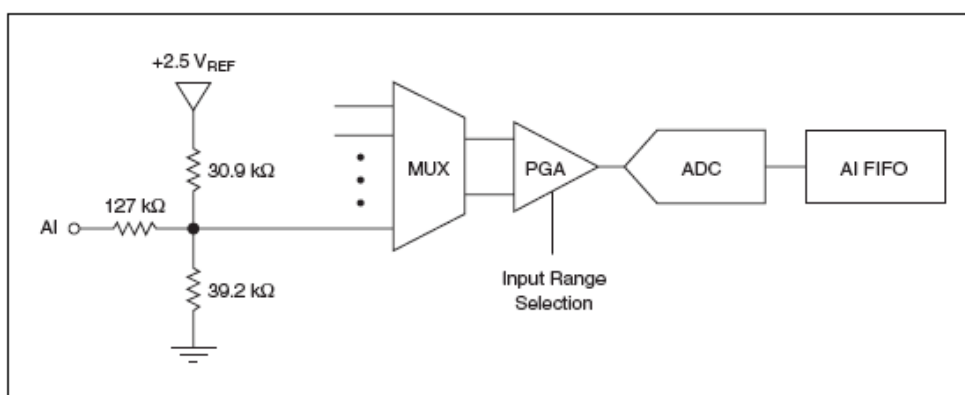
Tietokoneeseen liitettävä mittauskortti on nykypäivänä yleinen mittausdatan keräämisessä tietokoneelle. Mittauskortit ovat edullisia, koska ne ovat rakenteeltaan hyvin yksinkertaisia. Mittauskortti multipleksoi sisään tulevat signaalit kortilla olevalle A/D muuntimelle. Loput hoitaa tietokoneella oleva ohjelma. Kortille ei tarvitse tuoda edes omaa käyttöjännitettä, sillä se saadaan suoraan tietokoneesta. Mittakortti on eräänlainen puolivalmiste ja vasta sitä ohjaava ohjelmisto määrää sovelluksen toiminnan. (Yrjänä. 1991, 44)

Tietokoneeseen liitettävillä mittauskorteilla on muutamia kiistattomia etuja: mm. edullinen hinta, monikäyttöisyys ja käytön joustavuus. Mittakorttien heikkouksiin voidaan luetella mm. huono ylijännitteen kesto ja yksinkertaisuus, jolloin ohjelmiston täytyy osata vastaavasti enemmän. (Yrjänä. 1991, 44–48.)

Tietokoneeseen valmistettavien mittakorttien kirjo on hyvin laaja. Mittakorttien valmistajia on paljon ja tietokoneeseen liityntävyyläratkaisuja on monia, joista yleisin tänäpäivänä on USB.

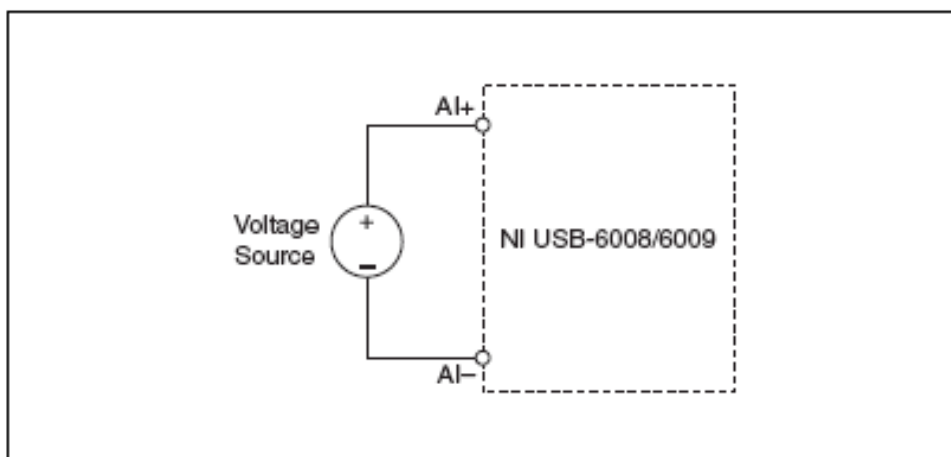
4.5.3 Analogisen signaalin kytkentä

Alla olevassa kuviossa 7 on esitetty erään tiedonkeruukortin analogisen signaalin käsittely ennen tietokoneelle syöttämistä. Ensimmäisenä signaali kohtaa multiplexerin (MUX), joka siirtää yhden analogiasignaalin kerrallaan eteenpäin PGA:lle eli vahvistimelle. Tämä PGA-vahvistin vahvistaa signaalin automaattisesti, jonka jälkeen signaali menee A/D muuntajalle (ADC). Viimeinen vaihe kuvassa on AI FIFO eli first-in-first-out. Tässä vaiheessa järjestetään tulevat signaalit niin, että kaikki signaalit saadaan talteen ja oikeassa järjestyksessä. (User guide and specification. 2008, 16–17.)

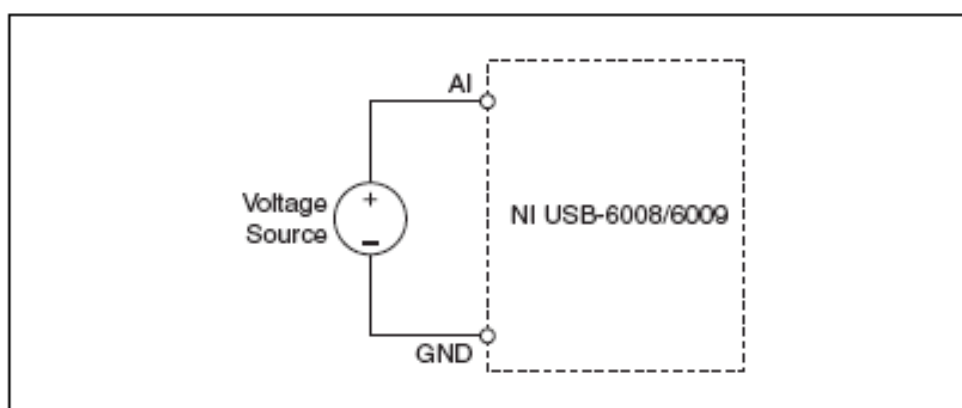


KUVIO 7. Analogi signaalin käsittely mittauskortilla. (User guide and specification. 2008, 16.)

Analogisen signaalin (esim. voltti signaalin) kytkemiseen mittauskorttiin on kaksi eri tapaa, jotka ovat differentiaalikytkentä ja single-end kytkentä. Kuviossa 8 näemme differentiaalikytkennän ja kuviossa 9 näemme single-end kytkennän. Erona näissä kytkennöissä on miinus-johdinten kytkentä. Kuten kuvioista huomataan differentiaalikytkennässä miinus johdin kytketään AI-porttiin, kun taas single-end kytkennässä miinus johdin kytketään GND-porttiin. (User guide and specification. 2008, 17–19.)



KUVIO 8. Analogisen signaalin differentiaalkytcentä. (User guide and specification. 2008, 17)

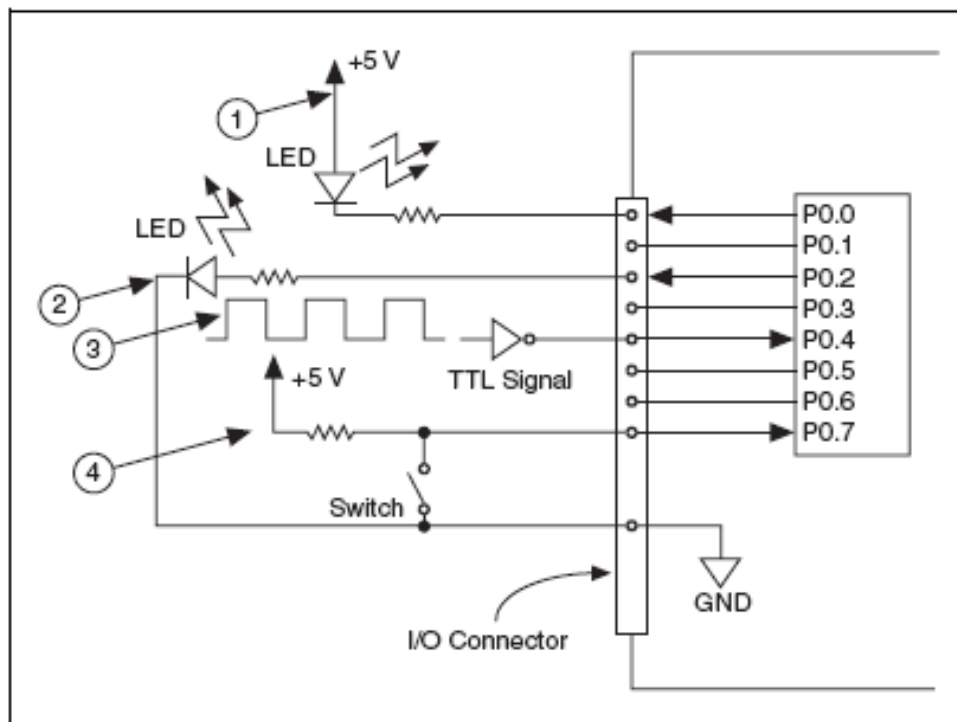


KUVIO 9. Analogisen signaalin single-end kytcentä. (User guide and specification. 2008, 19.)

4.5.4 Digitaalisen signaalin kytkentä

Kuviossa 10 näemme esimerkkejä digitaalisten P0.0 - P0.7 input ja output signaalien kytkentä tavoista. Seuraavaksi kerrotaan näistä kytkennöistä numero järjestyksessä. (1) P0.0 kanavaan on ohjelmoitu open collector digitaalinen output ohjaamaan LED valoa. (2) P0.2 kanavaan on ohjelmoitu active drive digitaalinen output ohjaamaan LED valoa. (3) P0.4 kanavaan on ohjelmoitu digitaalinen input, joka ottaa vastaan TTL signaalia. (4) P0.7 kanavaan on oh-

jelmoitu digitaalinen input, joka ottaa vastaan 0 V tai 5 V signaalin kytkimeltä.
(User guide and spesification. 2008, 20–21.)



KUVIO 10. Digitaalisten input/output signaalien esimerkki-kytkentöjä. (User guide and spesification. 2008, 21)

5. KÄYTETTY MITTAUSLAITTEISTO JA -OHJELMA

5.1 Laitevalinnat

Laitevalinnat mitkä jäivät tehtäväksi olivat: siirtymäanturi, tiedonkeruukortti ja tietokoneohjelma jolla dataa voidaan käsitellä. Siirtymäanturiksi valikoitui magneettinauha-anturi, koska se sopi vetokoneeseen parhaiten. Toinen vaihtoehto siirtymän mittaukseen oli vaihdemoottorin akseliin asennettavaa pulsianturi, mutta vaihdemoottoriin asennettu jarru käytännössä vesitti tämän ajatuksen. Magneettinauha-antureiden toimittajia on runsaasti ja tarjouspyynnöt kysyttiin kolmelta anturitoimittajalta. Näistä kolmesta tarjouksesta valittiin tähän työhön sopivin vaihtoehto.

Tiedonkeruukortin toimittajaksi valikoitui National Instrument pitkälti siksi, koska tällöin tietokone ohjelman valinta helpottui huomattavasti. Valitessamme National Instrument tiedonkeruukortin toimittajaksi, ohjelmaksi oli helppo valita National instrumentin Signal Express LE. Lisäksi tiedonkeruukorteissa ei suurta hintavaihtelua ollut, joten tätäkin taustaa vasten päätös oli helppo.

5.2 Magneettinauha-anturi PMIS3 Posimag

Posimag PMIS3 on inkrementtimagneettinauha-anturi (ks.kuvio 7), jossa on kaksi push-pull lähtökanavaa. Anturi toimii 5 V käyttöjännitteellä. Tässä työssä käytettiin anturia, jonka resoluutio on 50 mikrometriä ja tällä resoluutiolla anturin liikenopeus saa maksimissaan olla 8 m/s. Anturin ja magneettinauhan il-mavälin täytyy olla 0,1 - 2 mm. Anturin mitat ovat 42 mm x 25 mm x 10,2 mm.



KUVIO 11. Posimag PMIS3 Magneettinauha-anturi (Posimag magnetic scale position sensors. 2004, 6.)

5.3 Voima-anturi

AVL voima-anturi oli järjestelmässä jo valmiina ennen tätä työtä aloittaessa. Voima-anturin mittausalue on 0 – 157000 Newtonia. Käytössä olevan voima-anturin valmistaja on Itävaltalainen AVL.



KUVIO 12. AVL voima-anturi.

5.4 Tiedonkeruukortti NI USB-6008

National Instrumentin NI USB-6008 on edullinen monitoimilaite tiedonkeruuseen (ks. kuvio 8). Kortti toimii kaikissa tietokoneissa, joissa on USB 1.1 tai 2.0 liitäntä. Kortti saa käyttöjännitteensä käytettävästä tietokoneesta, joten mitään erillistä käyttöjännitettä kortti ei tarvitse.

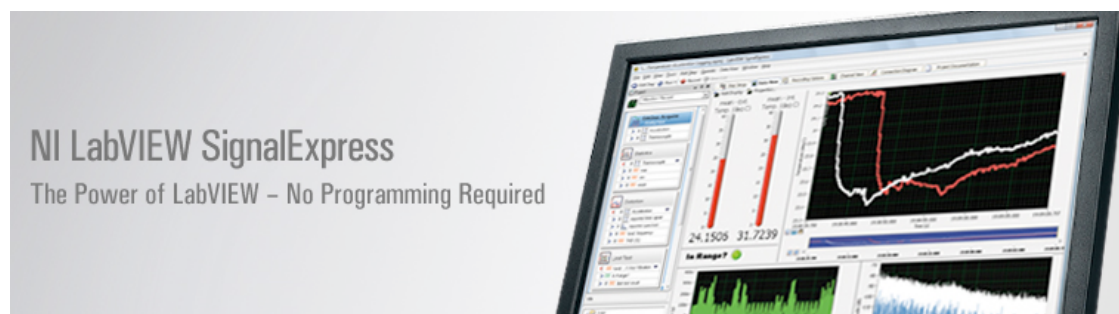
Kortissa on kahdeksan analogista tuloliitäntää sekä kaksi analogista lähtöliitäntää. Digitaalisia I/O kanavia on 12 ja jokainen on erikseen ohjelmoitavissa tuloksi tai lähdöksi. Lisäksi kortissa on 32-bittinen laskuri. Kortissa on myös yksi 5 V ja yksi 2,5 V jännitelähde. Kortilla on yhden vuoden takuu. Kortin mukana tulee NI-DAQmx ajuriohjelma ja LabView SignalExpress LE mittasignaalien monitorointiohjelma.



KUVIO 13. National Instrument Multifunction DAQ 6008 (National Instrument. 2010.)

5.5 Ohjelma NI LabVIEW Signal Express LE

National Instrument LabVIEW Signal Express LE on tietokoneella tehtyyn mitaustekniikkaan tarkoitettu datan monitorointiohjelma. LE tarkoittaa limited editionia, joka on internetistä ladattava ilmainen rajoitettu versio Signal Express ohjelmasta. LE versio on erittäin käyttökelpoinen ohjelma pieniin perusmittauksiin. Signal Express mahdollistaa datan monitoroinnin ja käsittelyn tietokoneen avulla ilman monimutkaista ohjelmointia. Signal Express:ä käytettäessä datan käsittely on helppoa ja se voidaan tallentaa kätevästi esim. Microsoft Exceliin.



KUVIO 14. NI LabVIEW Signal Express (National Instrument. 2010.)

6. KUORMAUSPEITTEEN TESTAUSLAITTEEN RAKENNE

Kuormansidontapeitteen testauslaite koostuu rungosta, sähkömoottorista, kelistä, ruuvista, jota sähkömoottori pyörittää sekä mittaus- ja ohjausjärjestelmästä. Ks. kuvio 15.



KUVIO 15. Kuormansidontapeitteen testauslaite.

Testauslaite seisoo kahden jyvän metalli palkin varassa, tämä ratkaisu ei vie paljoa lattia pinta-alaa mutta vastaavasti vaatii korkeutta n. 6 metriä.

Testauslaite toimii SEW-eurodrive vaihdemoottorilla, johon on liitetty alennusvaihte. Moottorin tuottamalla voimalla pyöritetään pitkää ruuvia vertikaali

suunnassa. Moottorin pyörimisnopeus on vakio 1410 r/min ja alennusvaihteen jälkeen 192 r/min. Tällä alennusvaihteen jälkeen 192 r/min pyörimisnopeudella ruuvi liikuttaa sen alapäässä kiinni olevaa kelkkaa vertikaali suunnassa 150 mm/min. Kelkka liikkuu palkkien välissä kuuden kuulalaakerin ohjaamana.

Kelkkaan on kiinnitetty AVL voima-anturi sekä Posimag magneettinauha-anturi. Voima-anturi on ripustettu kelkkaan niin, että anturin alapäähän saadaan kiinni sakkeli ja koukku, johon kuormauspeitteen molemmat lenkit voidaan kiinnittää.

Magneettinauha-anturin anturi osa on kiinnitetty kelkan yläpuolelle kulma-raudalla ja magneettinauha on kiinni testauslaitteen rungossa. Magneettinauha-anturin anturi osa kulkee kelkan liikuessa n. 2 mm päässä magneettinauhasta.

Testauslaitteen alapäässä on kiinteä rautatanko, jonka ali testattava kudos kierretään. Tätä rautatankoa on mahdollista siirtää ylemmäs eli lähemmäs kelkkaa mikäli testattava kappale on lyhyempi kuin normaalisti.

7. VETOKOE

7.1 Kuormauspeite

Kuormauspeitteen testauskappale on n. 40 cm leveä ja n. 3 m pitkä. Peitteelle luvataan 2500 kg vetovoima. Varmuuskertoimen ollessa 2 vetokokeessa peitteen täytyy kestää 5000 kg vetovoima.

Peitteen molempiin päihin on ommeltu lenkit, joilla peite saadaan kiinnitettyä koukkuun testattaessa peitettä. Näillä samoilla peitteeseen ommelluilla lenkeillä peite kiristetään sidontatilanteessa kuorman yli. Kuormauspeitteen testauskappale kiinnitetään koukkuihin siten, että peite kierretään testauslaitteen alapäässä olevan rautatangon ympäri ja peitteessä olevat lenkit tulevat kiinni voima-anturissa kiinni olevaan koukkuun. Näin peite tulee testauslaitteeseen kaksinkerroin, jolloin voima-anturista saatava voima on jaettava kahdella. Murtolujuus testataan vetämällä peite poikki vaihdemoottorin tuottamalla voimalla. Mittaustuloksista voidaan myös lukea venymän arvo millimetreinä katkeamishetkellä.

Lisäksi peitteitä testataan vetämällä se tietyllä kireydelle, jonka jälkeen moottorissa oleva jarru pitää peitettä jännityksessä. Siirtymäanturista saatavasta datasta voimme todeta, että peite ei tässä jännitys tilanteessa pääse liikkumaan. Tämän jälkeen voidaan tarkastella jännityksessä olevan peitteen voiman muutosta. Tämä testi kuvaa hyvin aitoa kuorman sitomistilannetta.

7.2 Kuormausliinat ja langat

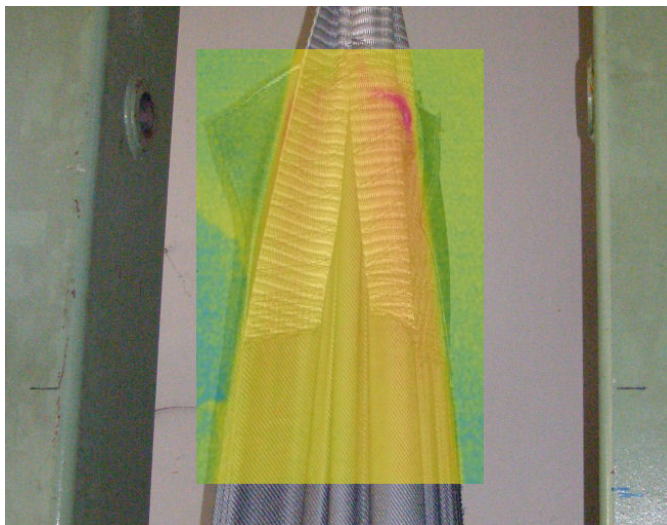
Vetokokeita tehdään myös normaaleille kiristysliinoille ja langoille. Lankoja joita koneella testataan käytetään kuormauspeitteeseen kiinnitettävien lenkkien ompeluun. Kuormausliinojen mitta-alue on 5000 – 8000 kg. Tikkauslankojen kesto on maksimissaan 1000 kg. Vetokoe tehdään samalla tavalla kuin peitteelle.

8. KUORMAUSPEITTEIDEN LÄMPÖKAMERATUTKIMUS

Työn loppuvaiheessa käyttöönoton jälkeen vierailin vielä viimeisen kerran Närpiössä kuvaamassa kuormauspeitteen testausta Jyväskylän Ammattikorkeakoulun FLIR Thermacam S60 lämpökameralla. Kun kuormauspeite tai -liina vedetään poikki se kuumenee huomattavasti. Kuumenemisen voi havaita helposti koskemalla liinaa vetokokeen jälkeen.

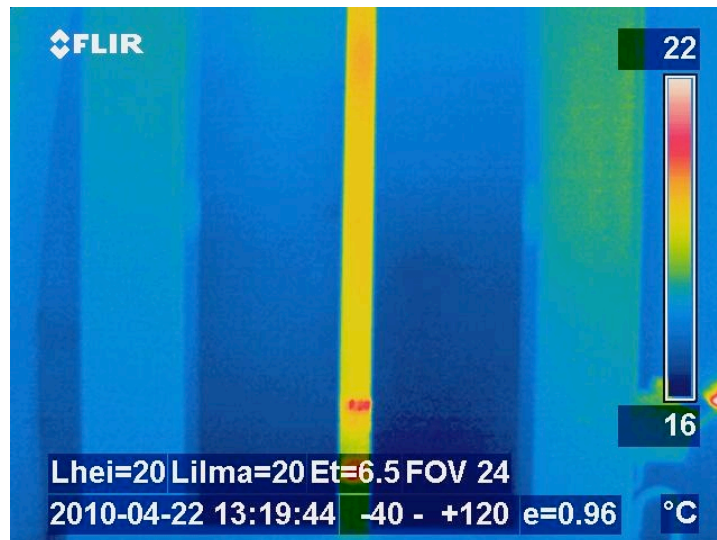
Tutkiessamme kuormauspeitteen ja -liinan lämpenemistä huomasimme, että kuormausliina lämpenee huomattavasti enemmän kun kuormauspeite. Kun kuormausliina vedettiin poikki se lämpeni niin paljon, että siihen painetun tekstin painomuste alkoi sulaa.

Kuormauspeitettä poikki vedettäessä ei näin suurta lämpenemistä havaittu, mutta käsin peitettä tunnustellessa oli selkeää lämpenemistä havaittavissa. Tässä kuva (Kuvio 16) peitteestä joka on juuri katkeamassa. Peitteen ylä-laidassa oikealla voi nähdä tikkien katkeamisesta johtuvaa lämpenemistä. Tämä ei ole tapa, jolla peite yleensä katkeaa. Testattavan peitteen lenkin tikkaus oli virheellinen ja näin ollen se ei saavuttanut sille vaadittua lujuutta.

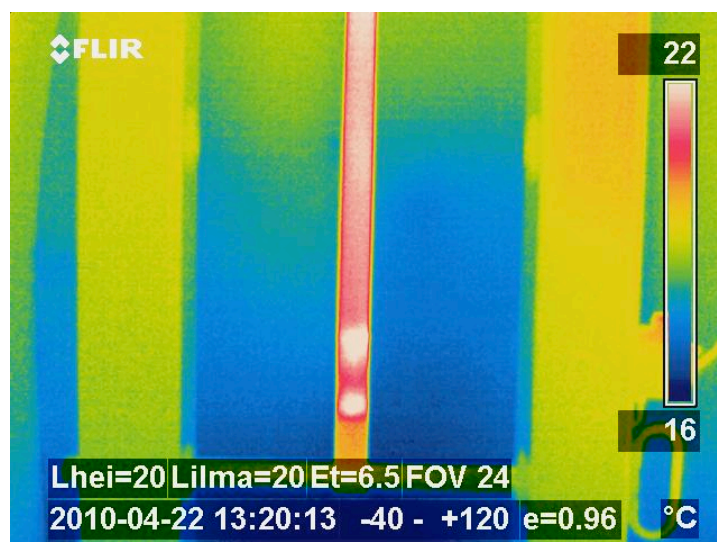


KUVIO 16. Peitteen lämpeneminen ennen katkeamista.

Alla kaksi lämpökuvaa (Kuvio 17 ja Kuvio 18) joista selkeästi voimme havaita kuormausliinan kuumenemisen. Kuvio 17 on otettu mittauksen alussa ja kuvio 18 mittauksen loppuvaiheessa.



KUVIO 17. Kuormausliinan vetotesti mittauksen alkutilanne



KUVIO 18. Kuormausliinan vetotesti vähän ennen katkeamista.

9. POHDINTA

Lähdettäessä tekemään tätä opinnäytetyötä kehitettävänä ollut testilaitte oli varsin yksinkertainen ja työn tavoitteena oli saada enemmän tietoa peitteen/liinan käyttäytymisestä sitä rasitettaessa. Työn tavoitteet saavutettiin ja näin ollen testilaitteesta saatava hyöty parani huomattavasti. Uusi järjestelmä, jossa data voidaan tallentaa Microsoft Excel taulukkoon selkeänä ja helposti luettavana on selkeä lisäarvo, jota tässä työssä haettiin.

Ensimmäinen vaihe oli laitevalintojen kartoitus ja tarjouspyyntöjen teko. Tämä vaihe työstä sujui helposti, koska nykypäivänä internetistä löytää helposti ja vaivattomasti kaikki laitetoimittajat sekä tietoa erilaisista mittausjärjestelmistä ja antureista. Oli mukava huomata kuinka anturitoimittajat olivat valmiita autamaan ja kertomaan tuotteistaan opinnäytetyön tekijälle.

Kun laitevalinnat olivat selvillä pääsin tekemään ohjelmaa Signal Express LE:llä. Varsinaista ohjelmointia ei Signal Express LE:llä tarvitse tehdä mutta kaikki ohjelman asetukset ja signaalin käsittely täytyi säätää oikein. Minulle Signal Express LE oli aivan uusi ohjelma, joten sen tutustumiseen meni hetki ennen kuin opin sitä käyttämään. Signal Express LE on helppo käyttää ja sopii hyvin tällaisiin pieniin mittausjärjestelmiin. Näin jälkeempäin voin todeta, että Signal Express LE oli juuri oikea valinta mittausohjelmaksi.

Vielä ennen käyttöönottoa loimme lehtori Anne Rantakaulion suosiollisella avustuksella makroja exceliin. Makrojen avulla saimme datan skaalattu havainnollistavaan muotoon ja piirsimme voima/venymä kuvaajat Microsoft Exceliin.

Työn viimeinen osa oli käyttöönotto, jossa asennettiin magneettinauha-anturin paikalleen ja kytkettiin mittaussignaalit tietokoneelle.

Voima-anturilta saatava mittaussignaali oli häiriötä. Tämä häiriö mitä ilmeisimmin syntyi näyttölaitteessa, josta voima-anturin signaali otettiin mittauskor-

tille. Tässä kohtaa työhön jäi kehittämisen varaa ja tätä ongelmaa toimeksiantaja aikoi jäädä selvittämään laitevalmistaja Tamtronin kanssa.

Toinen asia mihin työssä jäi kehittämisen varaa oli Signal Express LE:n ja Microsoft Excelin välinen toiminta. Ensimmäinen mittaus menee Excelille oikein mutta toisen mittauksen arvot eivät tule oikein Exceliin, mikäli makroja on käytetty ensimmäisen mittauksen jälkeen. Tämä johtuu siitä, että Signal Expressiltä tuleva data tulee tekstinä Exceliin ja näin teksti täytyy muuttaa arvoksi Excelissä. Tämä muunnos sekoittaa Signal Expressin ja Excelin yhteyttä ja toisen mittauksen tulevat väärin Exceliin. Mutta tämän ongelman kanssa pystytään toimimaan niin, että makroja ei käytetä mittauksien välissä vaan sitten vasta kun kaikki mittaukset on tehty.

Kaiken kaikkiaan työ onnistui hyvin ja on erittäin hyödyllinen toimeksiantajalle. Nyt testauslaitteesta saatava voima ja venymä tieto on helposti tallennettavissa ja testitulosten vertailu on helppoa. Lisäksi työntekijälle työ oli erittäin opettavainen ja hyödyllinen. Tätä työtä oli mielestäni erittäin mielenkiintoinen tehdä ja työn kautta saatu oppi on varmasti hyödyksi tulevaisuudessa.

Lähteet

- Anturit koneautomaatiossa. 1986. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- Aumala, O. 2003. Mittaustekniikan perusteet. Helsinki: Otatieto Oy. 2003
- Fonselius, J., Laitinen, E., Pekkola, K., Sampo, A. & Välimaa, T. Anturit. Helsinki: Painatuskeskus Oy. 1994
- Häkkinen, P-M. 2005. Tuotekehityksen voima- ja venymämittaukset. Insinöörityö. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu, Tietotekniikan ko.
- Joronen, Jouni. 1987. Pulssiantureita joka lähtöön. Prosessori 5/1987, 12–15.
- Magneettinauha antureiden käyttö (sovellusohje). 2007. www.sks.fi
[http://www.sks.fi/inet/sks/contman.nsf/documents/6A05D76136A40AA7C22571F700254D33/\\$file/A111-0017_210307.pdf](http://www.sks.fi/inet/sks/contman.nsf/documents/6A05D76136A40AA7C22571F700254D33/$file/A111-0017_210307.pdf)
- National Instruments. 2010. <http://www.ni.com>. Viitattu 15.1.2010
- NWE Network Engineering Oy. 2010. www.nwe.fi. Viitattu 3.1.2010
- Posimag magnetic scale position sensors. 2004. Viitattu 9.2.2010
http://www.asm-sensor.com/asm/pdf/pro/pm_kat_en.pdf
- Salonen, H. & Hänninen, V. 1990. Venymäliuskat muodonmuutoksen tulkkeina. Prosessori 8/1990, 37-39.
- User guide and specification NI USB 6008/6009. 2008. <http://www.ni.com>
<http://www.ni.com/pdf/manuals/371303l.pdf>
- Yrjänä, Juhani. 1991. Tiedonkeruu ja mittaus PC-mikrolla. Prosessori 10/1991, 44 - 49.

Liite 2. Voima-anturin tiedot

Tamtron Oy LOAD CELL TEST CERTIFICATION (LTANT000.TLO) DN10567_2

Value: Units:

1. SERIAL NUMBER: _____

2. LOAD CELL TYPE: AVLZ-16T

3. CAPACITY: 16000 kg

4. MAXIMUM EXCITATION: 10 V

5. INPUT RESISTANCE: _____ Ω

6. OUTPUT RESISTANCE: _____ Ω

7. TEST EXCITATION VOLTAGE: _____ V

8. OVERLOAD CAPACITY: _____ kg

9. ZERO LOAD OUTPUT: _____ mV = _____ mV / V

10. FULL LOAD OUTPUT: _____ mV = ~1 mV / V 16000 kg

11. ORDER NUMBER: _____

	COLOR
+Ex	<u>PUN</u>
- Ex	<u>SIN</u>
+ Out	<u>VHTZ</u>
- Out	<u>KELT</u>
+ Se	
- Se	

Cable Type: _____ Wires: 4 / 6 / 8 4 Length: _____

Connections:

☐ General:

+ Ex = Red
- Ex = Blue
+ Out = Green
- Out = Yellow
+ Se = Red
- Se = Blue

☐ SCS+:

+ Ex = Black
- Ex = Blue
+ Out = Red
- Out = White
+ Se = Green
- Se = Gray

☐ TKV10-30:

+ Ex = White
- Ex = Brown
+ Out = Green
- Out = Yellow

☒

+ Ex = Red
- Ex = Blue
+ Out = Green
- Out = Yellow

☐ ATTB-010 / 012:

+ Ex = Red / White
- Ex = White / Red
+ Out = Green / White
- Out = White / Green
+ Ex = White / Blue
- Ex = Blue / White
+ Out = Brown / White
- Out = White / Brown

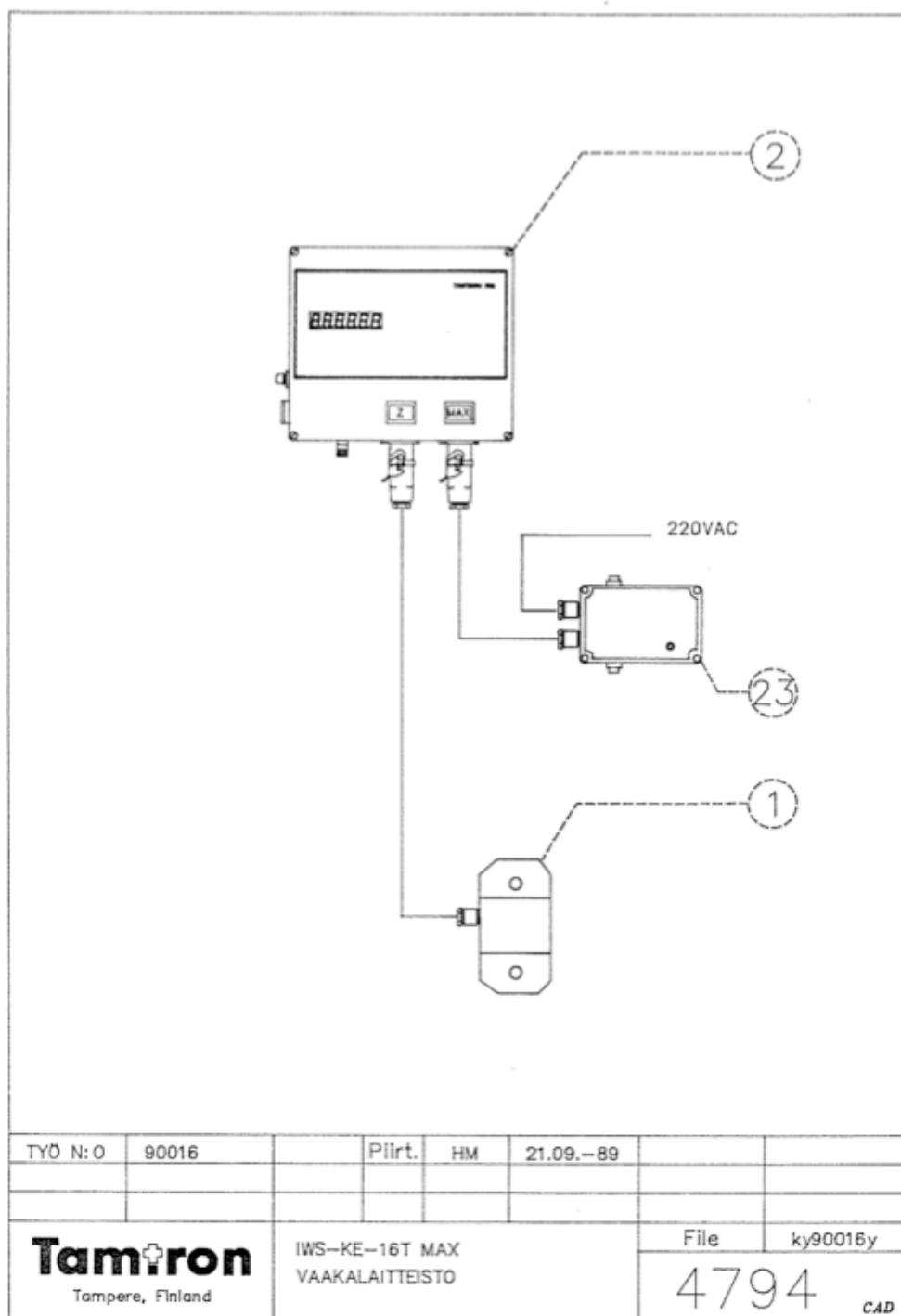
Nominal values:

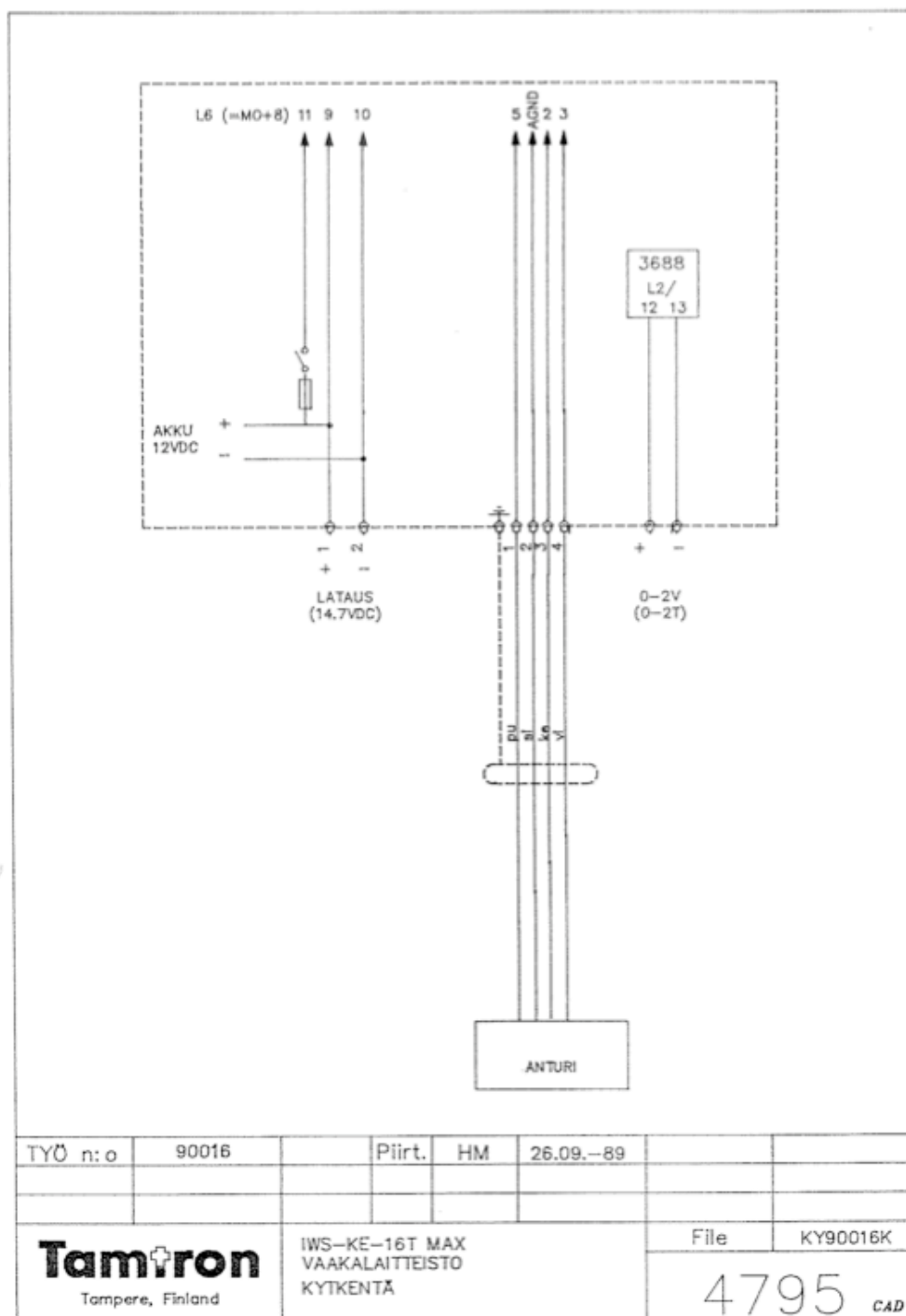
LOAD CELL	AMCS APCS	ABCS <u>AVLZ</u>	ASCS AECS	ATLK APLK AVS	ATLK ATL	AHP	APLZ ATLP	APNV	APLV	ATTB ATLT
TEST EXC [V]	8	8 / 15	8 / 15	8 / 15	8	8	8 / 15	8 / 15	8 / 15	8
MAX EXC [V]	10	10 / 18	10 / 18	18	10	10	18	18	10 / 18	10
IN RES [Ω]	750 \square 5 753 \square 2	375 \square 5 750 \square 5	375 \square 5 750 \square 5	750 \square 5	375 \square 5	375 \square 5	750 \square 5	750 \square 5	375 \square 5 750 \square 5	375 \square 5
OUT RES [Ω]	700 \square 4 700 \square 2	350 \square 4 700 \square 4	350 \square 4 700 \square 4	700 \square 4	350 \square 4	350 \square 4	700 \square 4	700 \square 4	350 \square 4 700 \square 4	350 \square 4
ZERO LOAD [mV/V]	\square 0.375	\square 0.375	\square 0.375	\square 0.0625	\square 0.1875 \square 0.375	\square 0.375	\square 0.0625	\square 0.375	\square 0.01	0-+0.125 \square 0.0625
FULL LOAD [mV/V]	\square 1	\square 1	\square 1	\square 0.3	\square 1		\square 1	\square 0.7	\square 1.7 ~1	\square 0.3 \square 1.2

Date and signature: 8.1.2009 JJ

creat: MA 25.02.1996 chg: TS 24.10.2006 appr: JJ 24.10.2006

Liite 3. Voima-anturin kytkentäkuvat





Liite 5. Kuormauspeitteen testauslaitteen käyttöohje

KUORMAUSPEITTEEN TESTAUSLAITTEEN KÄYTTÖOHJE

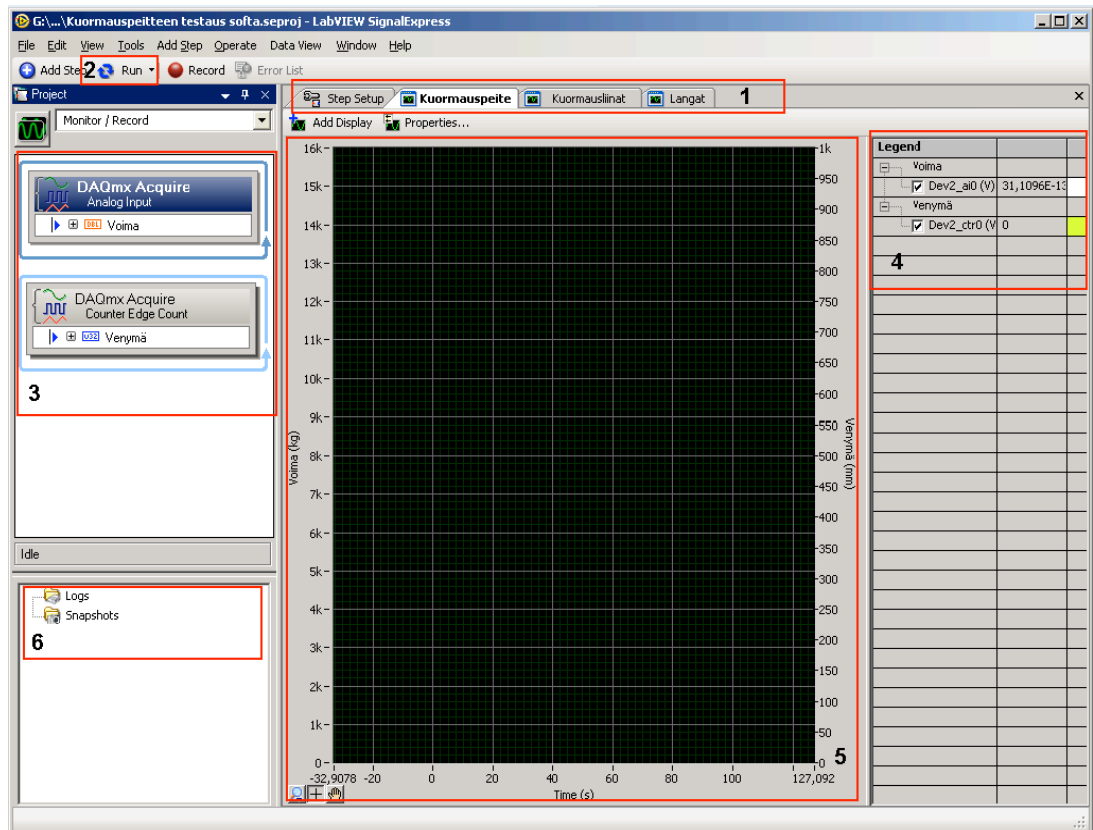
Koneen käyttöönotto

Kun alat käyttää kuormauspeitteen testauslaitetta varmista, että testauslaitteen virran syötöt on kytketty pistorasioihin. Varmista myös, että mittauskortin USB-kaapeli on kytketty tietokoneeseen ja kortissa vilkkuu vihreä valo. Lisäksi varmista, että mittauskorttiin on kytketty molemmat anturit. Magneettinauha-anturi kytketään niin, että keltainen johdin eli signaalijohdin menee laskurille (pf01), valkoinen johdin on jännitteen syöttö (5V) ja ruskea on maa johdin (gnd). Voima-anturin jännite signaali tulee näyttö laitteesta, josta plus- ja miinusjohdin.

Koneen käyttö

Testauslaitetta ohjataan manuaalisesti kytkimillä jotka sijaitsee koneen rungossa.

Mittausdata kerätään tietokoneella olevan mittausohjelman avulla. Mittausohjelma avataan pikakuvakkeesta tietokoneen työpöydältä ”Kuormauspeitteen testaus”. Ohjelman avattua aukeaa ruutuun seuraavanlainen valvomonäyttö. Kuvassa on numeroitu tarvittavat toiminnot ja ne on selitetty kuvan jälkeen.



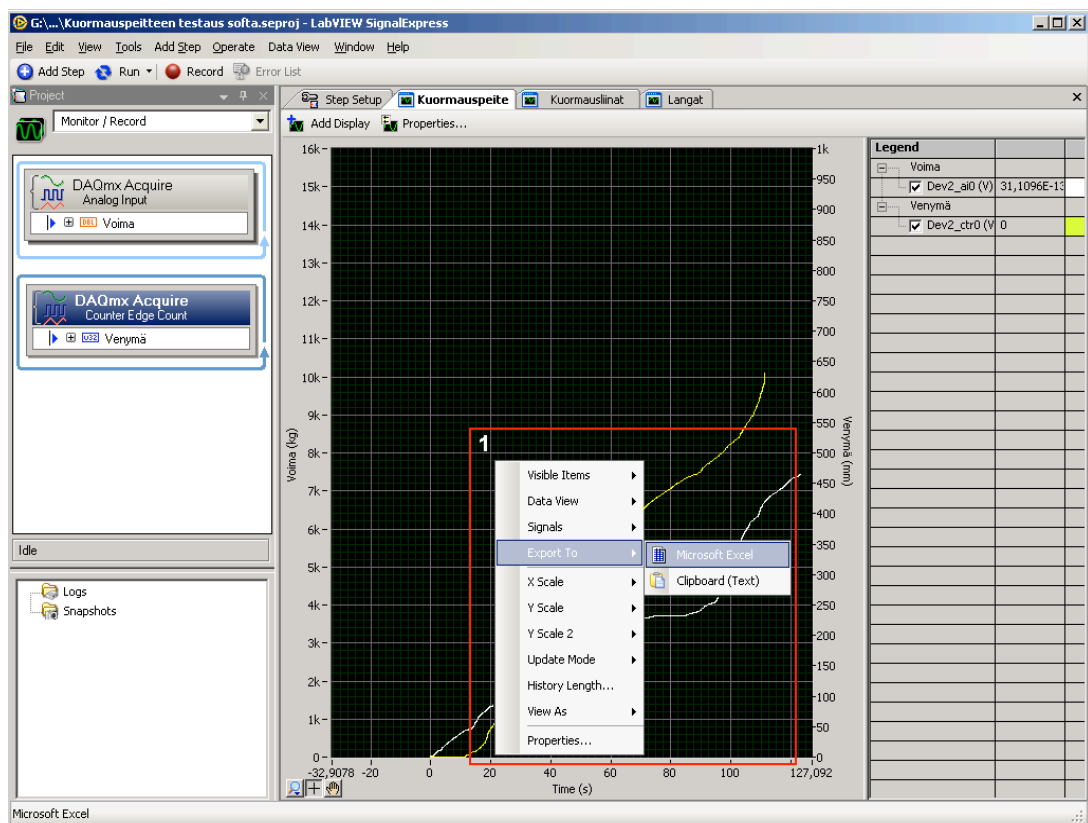
1. Kohdassa näemme välilehdet, joita on neljä. Ensimmäinen vasemmalta on **"step setup"** eli sieltä voi konfiguroida tulevia signaaleja. Sieltä löytyy mm. tulokortin ja kanavan valinta sekä näytteenotto taajuuden valinta. **"Step setup"** välilehteä ei normaalissa mittaustilanteessa tarvita.

Loput kolme: **"Kuormauspeite"**, **"Kuormausliinat"** ja **"Langat"** ovat kuvaajan valintaa varten. Mikäli testaat esim. Kuormausliinoja, kannattaa valita kuormausliinat välilehti. Kuormausliinat välilehdellä skaalaus on asetettu niin, että kuvaajasta tulee havainnollisempi juuri liinoja testattaessa. Toki Kuvaaja piirtää kuvan jokaiseen välilehteen, mutta Langat välilehdellä maksimi voima jonka kuvaaja näyttää on 1000 kg, joka ei riitä peitteitä tai liinoja testattaessa.

2. Kohdassa näemme **"Run"** napin jolla mittaus laitetaan päälle. **"Run"** napin vieressä olevasta pienestä nuolesta saamme valikon josta löy-

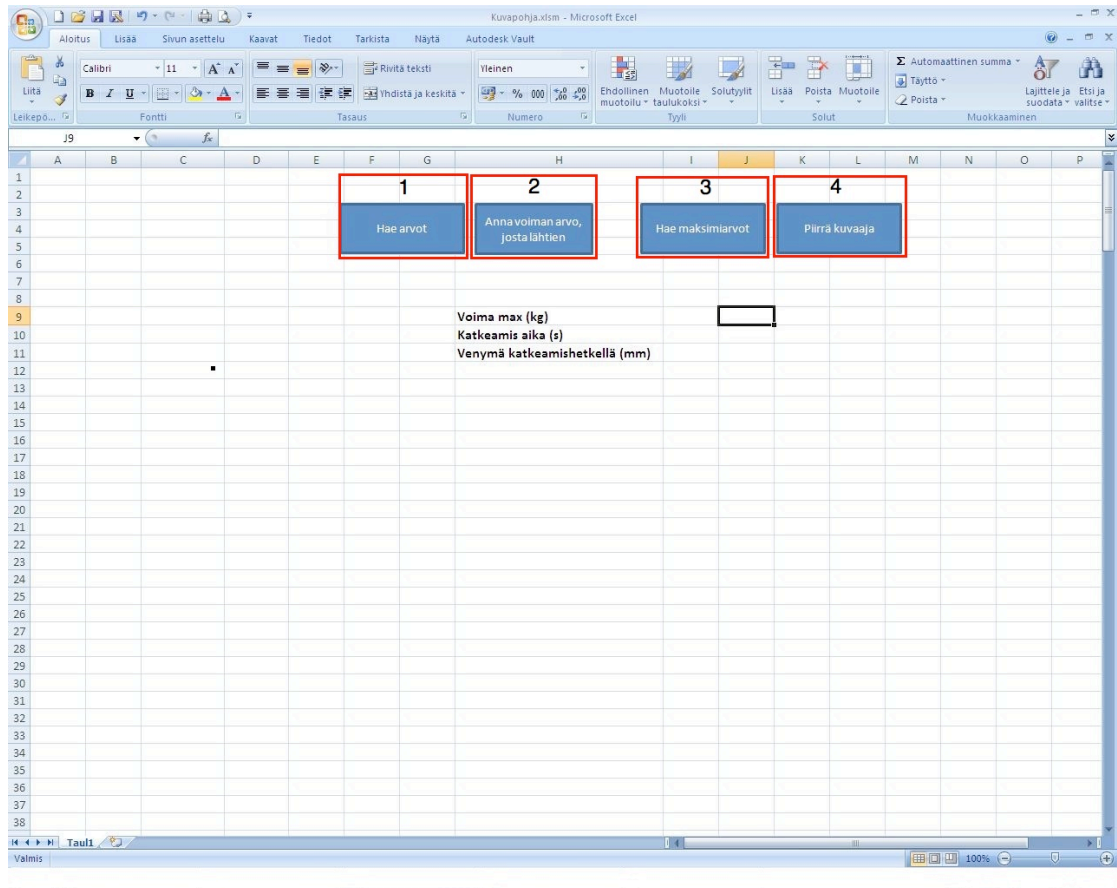
dämme ”**Configure Run**” toiminnon. ”**Configure Run**” valikossa voimme asettaa mittauksen jatkuvalle mittaukselle tai ajastetulle mittaukselle. Jatkuva mittaus mittaa niin kauan kun mittaus lopetetaan painamalla ”**Run**” nappia uudelleen. Ajastettu mittaus mittaa niin kauan, että ”**Configure Run**” valikkoon syötetty aika on kulunut.

3. Kohdassa näemme tulevat signaalit ja mistä ne tulevat. Tässä sovelluksessa mitataan kahta eri signaalia yhdeltä laitteelta. DAQmx Acquire, Analog input (voima) on jännite viesti voima-anturilta. DAQmx Acquire, Counter Edge Count (venymä) on pulssiviesti magneettinauha-anturilta.
4. Legend valikosta voimme valita ne käyrät, jotka haluamme kuvaajalla nähdä. Legend valikko näyttää myös laitteen ja kanavan josta tieto tulee. Lisäksi näemme legend valikossa kanavista luettavan skaalaamattoman arvon. Kuvaajalle piirtyvien käyrien värin voi valita myös Legend valikosta.
5. Kohdassa näemme kuvaajan, johon käyrät piirtyvät mittauksen ollessa päällä. X-akselilla on aika (s). Vasemmalla y-akselilla on voima (kg). Oikealla y-akselilla on venymä (mm)
6. Kohdassa on Logit ja Snapshotit. Mittauksia voidaan nauhoittaa record napilla, joka sijaitsee Run napin vieressä. SiganaExpress LE:tä käytettäessä logilistaan voidaan luoda vain yksi logi kerrallaan, jonka jälkeen logi täytyy poistaa ennen uuden login luomista. Logeja voi luoda ja poistaa jolloin kone kysyy poistetaanko logi kokonaan vai tallennetaanko se kiintolevylle. Tässä sovelluksessa mitatut datat tallennetaan Exceliin jolloin login luominen ja tallentaminen ei ole niin tärkeää.



1. Mittauksen ollessa valmis eli käyrät ovat piirtyneet ja mittaus lopetettu tai ajastin on pysäyttänyt mittaukset. Voidaan data siirtää Exceliin. Datat siirtäminen Exceliin on helppoa ja vaivatonta kunhan muistaa avata työpöydältä **"mittaustulokset"** Excel tiedoston ennen kun painat hiiren oikeaa näppäintä kuvaajan päällä ja valitset Export To → Microsoft Excel. **"Mittaustulokset"** tiedosto on oltava auki ennen kun dataa viedään Exceliin, näin voit käyttää "mittaustulokset" Excel tiedostoon luotuja makroja.

Kun mittausdatat on viety Exceliin, voidaan uusi mittaus aloittaa **"Run"** nappia painamalla. **"Run"** nappia painamalla ohjelma hävittää edelliset käyrät ja mittaus alkaa uudelleen.

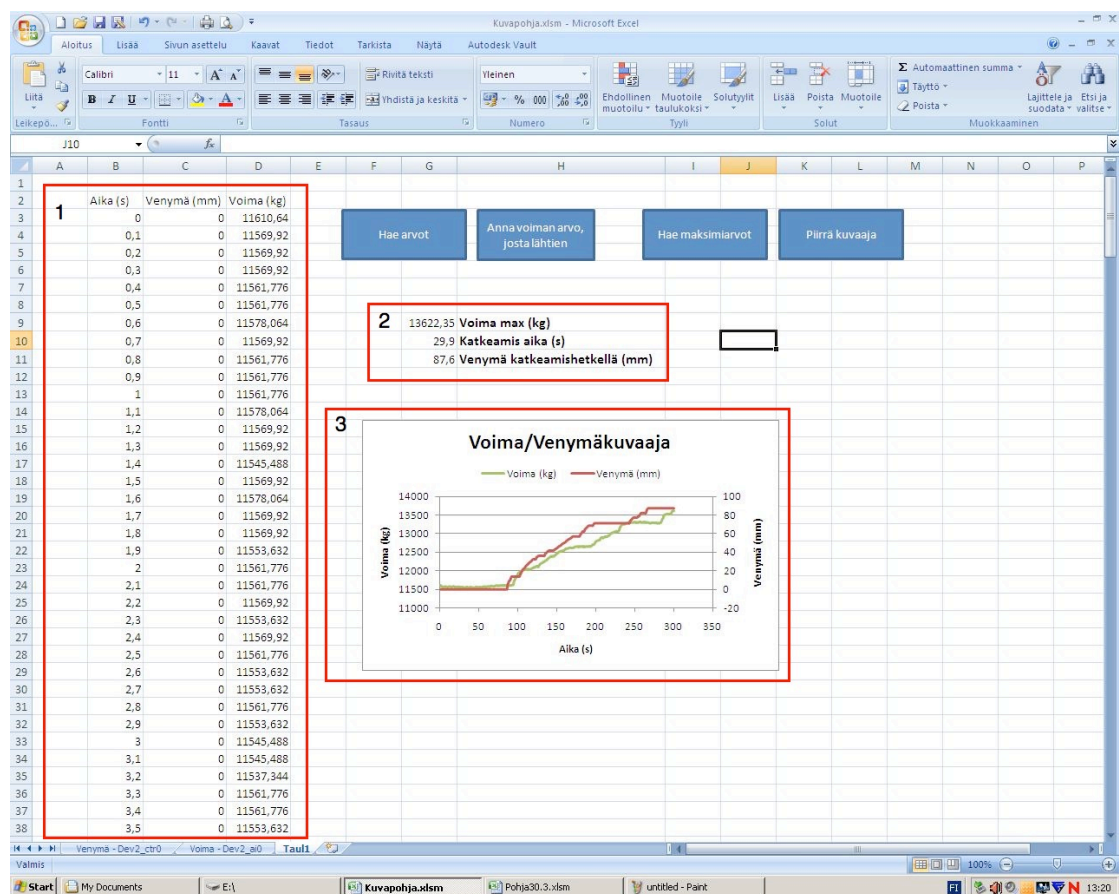


Kun olet ennen mittauksia avannut tiedoston **"mittaustulokset"**. Edellä olevan näköinen Excel tiedosto aukeaa. Tiedostossa ei ole kuin yksi välilehti mutta kun data lähetetään eli "exportataan" Signal Exprssiltä Exceliin niin Excel luo automaattisesti kaksi välilehteä, jonne se sijoittaa SignalExpressistä lähetetyn datan. Näistä kahdesta automaattisesti luodusta välilehdestä (Edge Count ja Voltage) ei tarvitse välittää koska niissä olevaa dataa ei ole vielä käsitelty.

1. **"Hae arvot"** painike hakee kaikki arvot kahdelta edelliseltä välilehdeltä seuraavasti. Aika (s) tulee sarakkeelle B. Venymä (mm) tulee sarakkeelle C. Voima (kg) tulee sarakkeelle D. Lisäksi Excel kertoo arvot niin, että voima näkyy kilogrammoina ja venymä millimetreinä. Näitä kertoimia on helppo muuttaa Excelin makroista.
2. Haetuista arvoista kannattaa eliminoida tarpeettomat arvot pois **"Anna voiman arvo josta lähtien"** makroa käyttämällä. Tällä makrolla voidaan poistaa tarpeettomat tiedot, jotka syntyvät liinan ollessa vielä löy-

sällä. Eli kun makro näppäintä painetaan kone kysyy mistä voiman arvosta lähtien venymä ja voima data hävitetään. Tämä makro on luotu siksi, koska asetettaessa peite testilaitteeseen niin se on löysällä eikä se veny eikä siihen kohdistu vetovoimaa mittauksen alussa.

3. Kun tarpeettomat arvot on eliminoitu, voidaan hakea maksimi-arvot **"hae maksimi-arvot"** painikkeella. Voima max kertoo meille kuinka paljon esim. liina vetoa kesti. Katkeamisaika kertoo, kauanko liinaa vedettiin ennen kuin se katkesi. Venymä katkeamis hetkellä kertoo, paljonko liina venyi ennen kuin se katkesi.
4. Lopuksi kun kaikki arvot on haettu voimme piirtää kuvaajan **"piirrä kuvaaja"** painikkeella. Kunnes kaikki kolme painiketta on käyty läpi Excel tiedosto näyttää seuraavanlaiselta.



Seuraavaksi **tallenna tiedosto nimellä**, koska puhdasta tulostenpohjaa tarvitset seuraavissa mittauksissasi. **Muista tallentaa nimellä.**

Muutama huomion arvoinen asia

Jos teet useita testejä perätysten, kannattaa kaikki testit tehdä ensin läpi ja tallentaa nimellä käyttämättä Excelin makroja. Jos käytät makroja heti ensimmäisen mittauksen jälkeen, seuraavan mittauksen data ei tule oikein Exceliin. Eli ensin kaikki mittaukset läpi ja tallentaa jokaisen tiedoston omalla nimellä eikä tässä vaiheessa käytä makroja lainkaan. Kaikkien mittausten jälkeen voit aukaista Excel tiedostot uudelleen ja käyttää makroja. Mikäli haluat käyttää makroja jokaisen mittauksen jälkeen, niin sinun tulee sulkea ja aukaista Signal Express ohjelma ennen jokaista uutta mittausta.